

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(11)Publication number : **06-004859**(43)Date of publication of application : **14.01.1994**

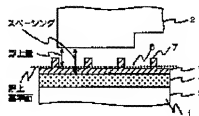
(51)Int.Cl.

**G11B 5/82**(21)Application number : **04-160802**(71)Applicant : **HITACHI LTD**(22)Date of filing : **19.06.1992**(72)Inventor : **TANAKA HIDEAKI  
GOMI KENICHI  
MIYAKE YOSHIHIKO****(54) MAGNETIC DISK DEVICE AND MAGNETIC DISK**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To inhibit the increase of spacing at the outside of a magnetic disk and to obtain a magnetic disk device capable of attaining high recording density and a magnetic disk used in the device.

**CONSTITUTION:** The surface of the protective film 5 of a magnetic disk 1 is made rugged so that the internal volume of the recesses 6 is gradually increased from the inside toward the outside. Even when the extent of floating of a magnetic head 2 is increased by the increase of linear velocity at the outside of the magnetic disk 1, the increase of spacing can be inhibited and the objective magnetic disk device having remarkably increased recording density especially at the outside is obtd.



(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 5/82

7303-5D

審査請求 未請求 請求項の数13(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-160802

(22)出願日 平成4年(1992)6月19日

(71)出願人 00005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 田中 秀明

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 五味 憲一

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 三宅 芳彦

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原工場内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置及び磁気ディスク

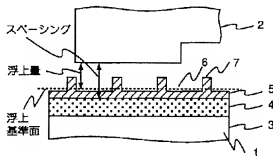
(57)【要約】

【目的】磁気ディスク外周でのスペーシング増加を抑え、高記録密度可能な磁気ディスク装置と、それに用いられる磁気ディスクを得る。

【構成】磁気ディスク1の保護膜5の表面に凹凸を形成し、凹部6の空間内容積が内周側から外周側にいく程増加するようにした。

【効果】磁気ディスクの外周側での線速度上昇によって磁気ヘッドの浮上量が増加しても、スペーシングの増加を低く抑えることができ、特に外周側で記録密度を著しく高めた磁気ディスク装置が得られる。

図 1



1…磁気ディスク

3…基板

5…保護膜

7…中間膜

2…磁気ヘッド

4…磁性層

6…保護膜表面の凹部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 実質的に平坦な基板上に磁性膜と保護膜とを有し、該保護膜の表面に凹凸部を有する磁気ディスクと、記録再生時に回転する該磁気ディスク上で微小間隔をもって浮上する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置において、該磁気ディスク表面の単位面積当りの凹部の空間内容積を、該磁気ディスクの内周側から外周側にかけて漸次増加させたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 実質的に平坦な基板上に磁性膜と保護膜とを有し、該保護膜の表面に凹凸部を有する磁気ディスクと、記録再生時に回転する該磁気ディスク上で微小間隔をもって浮上する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置において、前記磁気ヘッドに対する前記磁気ディスク上の浮上基準面を、該磁気ディスクの内周側から外周側にかけて漸次前記磁性膜面に接近させたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 磁気ディスク表面の単位面積当りの凹部の空間内容積を、該磁気ディスクの同一円周上においてほぼ一定としたことを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】 磁気ディスクの磁性膜面と保護膜の凸部頂点との間隔が、該磁気ディスクの面内で実質的に均一であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項5】 磁気ディスクを一定回転数で回転させたとき、内周側に対する外周側での線速度の上昇による、磁気ヘッドと前記磁気ディスク上の浮上基準面との間隔の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との間隔の増加幅を小さくしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】 磁気ヘッドとして、再生素子と記録素子とを別々に有する記録再生素子分離型ヘッドを用いたことを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項7】 磁気ディスクの1トラック当りの記録容量を、内周側に対して外周側で高めたことを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】 磁気ディスク回転時の線速度上昇による磁気ヘッド浮上量の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との、ディスク外周での間隔の増加幅を小さくする手段を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項9】 実質的に平坦な基板上に磁性膜と保護膜とを有し、該保護膜の表面に凹凸部を有する磁気ディスクであって、前記保護膜表面の単位面積当りの凹部の空間内容積を、該磁気ディスクの内周側から外周側にかけて漸次増加させたことを特徴とする磁気ディスク。

【請求項10】 保護膜表面の単位面積当りの凹部の空間内容積を、該磁気ディスクの同一円周上においてほぼ一

定としたことを特徴とする請求項9に記載の磁気ディスク。

【請求項11】 磁性膜面と保護膜の凸部頂点との間隔が、面内で実質的に均一であることを特徴とする請求項9に記載の磁気ディスク。

【請求項12】 磁気ディスクの1トラック当りの記録容量を、内周側に対して外周側で高めたことを特徴とする請求項9に記載の磁気ディスク。

【請求項13】 磁気ディスク回転時の線速度上昇による磁気ヘッド浮上量の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との、ディスク外周での間隔の増加幅を小さくする手段を備えたことを特徴とする磁気ディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ディスク装置及びそれに用いられる磁気ディスクに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の情報量の増大に伴い、コンピュータシステムの外部記憶装置としての磁気ディスク装置の重要度はますます高まっている。

【0003】 磁気ディスク装置は、磁気ディスク（以下単にディスクと称する）と磁気ヘッド（以下単にヘッドと称する）、ヘッドをディスク上の任意のデータ位置に移動させるための移動機構、ディスクの回転機構及び記録再生信号の処理回路を主構成要素としている。

【0004】 磁気ディスク装置では、ディスクを回転させた時の空気流によってヘッドを微小間隔で浮上させ、この状態で記録再生を行うのが一般的である。磁気ディスク装置の記録密度を向上させるには、記録層であるディスクの磁性膜とヘッドとの間隔（以下スベージングと称する）は小さくほど良い。このため記録再生時のヘッドとディスク表面との間隔（以下これを前記のスベージングと区別して浮上量と称する）を小さくする努力がなされ、現在では浮上量をサブミクロンとした磁気ディスク装置も広く普及し始めている。

【0005】 このような高記録密度の磁気ディスク装置及びそれに用いられるディスクとしては、ディスクの保護膜表面にバターンエッチにより均一な凹凸を形成したものがある（特開平1-260630号公報）。

【0006】 なお、その他、ディスク表面に凹凸を形成したものとして、特開昭57-167135号、同60-40530号、同60-231919号、特開平1-224922号、同2-31323号、同2-208826号公報等がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 前記従来技術は、装置の停止時のヘッドとディスクとの粘着現象防止を目的としており、記録再生特性上極めて重要なヘッドの浮上量変動及びこれに伴うスベージング変化に対して十分な配

慮がなされていない。以下、従来技術の問題点と本発明の課題を述べる。

【0008】記録再生時のスペーシングが記録密度を支配することは良く知られており、記録密度向上のためにはスペーシングをいかに小さくするかが重要である。この要求に伴いヘッドの浮上量はますます小さくなる傾向にある。一方浮上量が小さくなるほど、ディスクが高速回転中にヘッドと接触して両者が損傷を受ける可能性が増大するため、浮上量の下限は磁気ディスク装置の耐久性及び信頼性の観点から決定される。

【0009】ところで記録再生時にディスクは一定回転数で回転するため、ディスクの内周側と外周側では線速度に大きな違いがある。例えば外径5.25インチのディスクを用いた場合、最内周と最外周での線速度の差は2倍程度にもなる。前記従来技術のように均一な凹凸形状のディスクにおいては、発明者らの検討結果によれば最外周での浮上量は最内周に対して1.5倍程度となる。前記のように浮上量の下限は装置の信頼性から決定されるため、従来技術では最内周での浮上量をこの下限以上とする必要がある。このため外周側では必要以上に浮上量が増大するためスペーシングも大きくなり、これにより外周側での記録密度が制限されて装置全体の記録密度を低下させるという問題点がある。特にヘッドとして、磁気抵抗効果を利用した再生素子と、誘導型記録素子を組み合わせた記録再生素子分離型ヘッドを用いた場合、ヘッドの再生出力はスペーシングに直接影響されるため、前記の問題はより顕著になる。

【0010】本発明の目的は、外周側でのスペーシング増加による記録密度の低下を抑えることにより高記録密度化に適し、かつ信頼性を確保した磁気ディスク装置及びそれに用いられる磁気ディスクを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための本発明の磁気ディスク装置は、実質的に平坦な基板上に磁性膜と保護膜とを有し、該保護膜の表面に凹凸部を有する磁気ディスクと、記録再生時に回転する該磁気ディスク上で微小間隙をもって浮上する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置において、該磁気ディスク表面の単位面積当りの凹部の空間内容積を、該磁気ディスクの内周側から外周側にかけて漸次増加させたことを特徴とする。

【0012】また本発明の磁気ディスク装置は、実質的に平坦な基板上に磁性膜と保護膜とを有し、該保護膜の表面に凹凸部を有する磁気ディスクと、記録再生時に回転する該磁気ディスク上で微小間隙をもって浮上する磁気ヘッドとを備えた磁気ディスク装置において、前記磁気ヘッドに対する前記磁気ディスク上の浮上基準面を、該磁気ディスクの内周側から外周側にかけて漸次前記磁性膜面に接近させたことを特徴とする。

【0013】前記磁気ディスク装置において、ディスク表面の単位面積あたりの凹部の空間内容積は、該ディスクの同一円周上ではほぼ一定であることが望ましい。

【0014】また前記磁気ディスク装置において、ディスクの磁性膜面と保護膜の凸部の頂点との間隔は、該ディスク面内で実質的に均一であることが望ましい。

【0015】また前記磁気ディスク装置において、ディスクを一定回転数で回転させたときの、内周側に対する外周側での線速度の上昇による、ヘッドとディスクの浮上基準面との間隔（すなわち浮上量）の増加幅に対して、該ヘッドと磁気ディスクの磁性膜表面との間隔（すなわちスペーシング）の増加幅を小さくすることが望ましい。

【0016】また前記磁気ディスク装置において、ヘッドとして記録素子と再生素子を別々に有する記録再生素子分離型ヘッドを用いてもよい。一例としては、磁気抵抗効果を利用した再生素子と、誘導型記録素子を組み合わせた記録再生素子分離型ヘッドを用いることが望ましい。

【0017】また前記磁気ディスク装置において、ディスクの1トラック当りの記録容量を、内周側に対して外周側で高めることが望ましい。

【0018】また本発明の磁気ディスクは、実質的に平坦な基板上に磁性膜と保護膜とを有し、該保護膜の表面に凹凸部を有する磁気ディスクであって、前記保護膜表面の単位面積当りの凹部の空間内容積を、該磁気ディスクの内周側から外周側にかけて漸次増加させたことを特徴とする。

【0019】前記磁気ディスクにおいて、保護膜表面の単位面積あたりの凹部の空間内容積は、同一円周上ではほぼ一定であることが望ましい。

【0020】また前記磁気ディスクにおいて、磁性膜面と保護膜の凸部の頂点との間隔は、面内で実質的に均一であることが望ましい。

【0021】以上要するに、本発明においては、磁気ディスク回転時の線速度上昇による磁気ヘッド浮上量の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との、ディスク外周での間隔の増加幅を小さくする手段を備えたことを特徴とするものである。

【0022】

【作用】磁気ディスク装置においては、ディスクの回転時に空気の粘性によってヘッドとディスクの間に空気が侵入して気流を生じ、この時に生ずる圧力によってヘッドが浮上する。この時の浮上量は、主にディスク回転時の線速度によって決定される。理想的な平坦性を有するディスクを仮定すれば、ヘッドの浮上量はディスク表面とヘッドとの間隔で表される。ディスク表面に凹凸がある場合、浮上量の定義は若干複雑である。ここで本発明にかかわる浮上基準面の概念を説明する。浮上基準面とは、浮上時にヘッドが認識するディスクの平均面と定義

され、先の理想的に平坦なディスクの場合にはディスク表面と一致する。表面に凹凸を有するディスクを用いた場合、発明者らの検討結果によれば、浮上基準面は近似的には三次元的表面粗さの中心面と考えて良い。この浮上基準面から見たヘッドの浮上量は、線速度一定の場合ディスク表面の凹凸形状にはほとんど依存せず、線速度の増加と共に増大する。

【0023】一方本発明でいうスペーシングとはヘッド浮上時のヘッドとディスクの磁性膜表面との間隔と定義される。定義より明らかなように、スペーシングは前記ヘッドの浮上量とディスクの浮上基準面と磁性膜表面との間隔の和で表される。

【0024】前記のように浮上量は線速度の増加により増大するため、ディスクの内周側と外周側で変化するのが避けられない。発明者らはディスクの内周側と外周側でのスペーシング変化の抑制につき種々検討した結果、磁性膜上に形成される保護膜表面に特定の凹凸形状を形成することにより、浮上基準面と磁性膜表面の間隔を変化させようことを見出した。これによりディスク内周側と外周側での浮上量変化に起因するスペーシング変化を低減することができる。

【0025】ここで用いられるディスクは、実質的に平坦な基板上に少なくとも磁性膜と保護膜とを有し、保護膜の表面に前記の凹凸が形成されていることが望ましい。これにより磁性膜は実質的に平坦とできるため、磁性膜の凹凸に起因する再生電力変動を防止し、記録再生特性に優れた磁気ディスク装置を得ることができる。

【0026】ディスクの保護膜表面に凹凸がある場合、既に述べたように浮上基準面は三次元的表面粗さの中心面と考えて良い。このため、単位面積あたりの凹部の空間内容積が大きくなるほど、浮上基準面は磁性膜面に近づく。すなわち、凹部の空間内容積をディスクの内周側から外周側にかけて漸次増加させることにより、浮上基準面を漸次磁性膜面に接近させることができ、これにより線速度上昇による浮上量の増加幅に対して、スペーシングの増加幅を小さくすることができる。これにより、ディスクの外周側でのスペーシング増加による記録再生特性の劣化を抑えることができる。

【0027】ここでディスク表面の単位面積あたりの凹部の空間内容積は、ディスクの同一円周上ではほぼ一定とすることが望ましい。同一円周上では線速度が一定であるため、凹部の空間内容積が変化した場合、スペーシング変動の原因となるためである。

【0028】またディスクの磁性膜面と保護膜の凸部頂点との間隔は（すなわち凸部での保護膜の膜厚）は、ディスクの面内で実質的に均一であることが望ましい。磁気ディスク装置の起動停止時や、ディスクの定常回転中でもヘッドシーク動作等により、ヘッドとディスクとが接触する危険性がある。その際にはディスク側では凹凸の凸部頂点で接触が起るため、その時の耐久性及び信

頼性の観点から、凸部での保護膜の膜厚の最小値が決定される。一方スペーシングを小さくする目的からは保護膜の膜厚は小さいほど良いため、上記凸部での保護膜の膜厚は、耐久性及び信頼性の観点から決定される最小値であって、ディスク面内でほぼ一定であることが望ましい。

【0029】本発明の磁気ディスク装置で用いられるヘッドは、記録素子と再生素子を別々に有する記録再生素子分離型ヘッドを用いてもよい。一例としては、磁気抵抗効果を利用した再生素子と、誘導型記録素子を組み合わせた記録再生素子分離型ヘッドを用いることが望ましい。磁気抵抗効果を利用した再生素子における再生出力は、スペーシングの変化に直接影響される。本発明の磁気ディスク装置に用いた場合、外周側での再生出力低下を抑えることができるため、特に望ましい。

【0030】本発明の磁気ディスク装置においては、ディスク外周側での記録再生特性の劣化を抑えられるため、ディスクのトラック当りの記録容量を、内周側に対して外周側で高めても良い。これにより、装置全体の記録密度を著しく高めることができる。

【0031】以上要するに、本発明においては、磁気ディスク回転時の線速度上昇による磁気ヘッド浮上量の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との、ディスク外周での間隔の増加幅を小さくする手段を備えたものであって、本発明によれば、ディスクの外周側でのスペーシング増加を抑えることにより高記録密度化に適し、かつ信頼性を確保した磁気ディスク装置及びそれに用いられる磁気ディスクを提供することができる。

【0032】

【実施例】図10には、本発明の磁気ディスク装置の概略構成を示す。ここで1は磁気ディスク、2は磁気ヘッド、10は磁気ヘッドの移動機構、11はスピンドルモータをそれぞれ示す。磁気ディスク装置の動作方法としては、ディスク1の回転停止時にディスク1とヘッド2とが接触するコンタクト・スタート・ストップ（CSS）方式、回転停止時にはヘッド2をディスク1から引き離す機構を設けた方式等があるが、いずれの方式でもディスク1を回転させることによりヘッド2をディスク1に微小間隔で浮上させて記録再生する点では同一であり、本発明はいずれの方式に対しても用いることができる。

【0033】次に図1から図3を用いて、本発明のスペーシング制御について説明する。図1及び図2はディスク1の保護膜5の表面に凹凸を形成した場合の浮上量とスペーシングの関係を示す。図3は保護膜表面が理想的に平坦なディスクを用いた場合を示す。図3の場合、ヘッド2に対するディスク1の浮上基準面は、保護膜5の表面に一致する。この場合スペーシングは浮上量と保護膜5の膜厚の和で表される。一方保護膜5の表面に凹凸

がある場合、ヘッド2に対するディスク1の浮上基準面は、発明者らの検討結果では近似的に3次元の凹凸の中心面で表される。このため図6の空間内容積が大きい図1の方が図2に比べて、浮上基準面は磁性膜4の表面に近づいている。図1及び図2においては、スペーシングは磁性膜4の表面と浮上基準面との間隔と、浮上量との和で表される。

【0034】発明者らの検討結果では前記の浮上基準面から見た浮上量は、ディスク1の回転時の線速度が一定の場合、保護膜5の表面の凹凸の有無及び凹部6の空間内容積には依存しない。このため、浮上基準面が磁性膜4の表面に近づけ、すなわち保護膜5表面の凹部6の空間内容積が大きい程、スペーシングは小さくすることができる。

【0035】本発明の一実施例の磁気ディスクの構成を図9に示す。基板3は、アルミニウム合金円板上にNiP、アルマイト等の硬質下地膜を形成したものの、又はガラス、セラミックス及び硬質プラスチック円板等そのもの、又は該円板の表面に下地膜を形成したもの、等である。基板3の上には磁性膜4が形成されるが、両者の間には密着性向上や磁性膜4の特性向上を目的として中間膜8が形成されてもよい。磁性膜4は、飽和磁束密度及び保磁力の高い材料からなることが好ましく、かかる材料の好ましい例としてはCoNi合金、CoCr合金、及びこれらにZr、Ta、Pt等少なくとも一種以上の他の金属元素を添加したものである。中間膜8の材料としては磁性膜4の結晶配向性を促進しうるものが望ましく、例えば磁性膜が上記したCo系合金の場合には、CrおよびCrに少なくとも一種以上の他の元素を添加したものが特に好ましい。磁性膜4の表面には保護膜5が形成され、その表面には凹凸が形成される。保護膜5には、スパッタ法やCVD法で形成したC膜、SiO<sub>2</sub>、金属膜、金属窒化物、金属酸化物等が用いられる。生産性及び摺動耐久性の観点からはC膜が特に望ましい。保護膜5の表面には必要に応じて潤滑膜9が形成されて磁気ディスクが完成される。潤滑膜9としてはフッ素系の潤滑剤が望ましく、パーフルオロポリエーテル系の潤滑剤が特に好ましい。潤滑膜の膜厚は保護膜5表面に形成される凹凸の高さより小さいことが望ましい。潤滑膜9の膜厚が凹凸の高さより大きくなると、実質的に凹凸が平坦化され、本発明の凹凸によりスペーシングを制御する効果が失われる。

【0036】本発明の磁気ディスクにおいては、保護膜5の表面にスペーシングを制御するための凹凸が形成されているため、基板3表面は実質的に平坦でよい。これにより、基板上に形成される磁性膜4も平坦となるため、記録再生時に磁性膜4の凹凸による再生出力の変動を防止することができ、優れた記録再生特性を有する磁気ディスクを得ることができる。ただし、必要に応じて基板3表面に、例えば磁性膜4の配向性を制御すること

を目的に、保護膜5表面に形成する凹凸の高さよりも小さい範囲で極微細な凹凸、例えば円周方向の微かな溝等、を形成した磁気ディスクも本発明に含まれる。

【0037】本発明において、保護膜5表面に凹凸を形成する具体的な方法は以下の通りである。ディスク1の面内で実質的に均一な膜厚で、かつ平坦に形成された保護膜5の表面に適当なマスクパターンを形成した後、エッチングを行って凹部6を形成し、しかる後にマスクパターンを除去する方法が最も好ましい。凹部6の空間内容積は、前記マスクパターンの被覆面積比率とエッチングの深さによって制御できる。本発明において、内周から外周側にかけて凹部6の空間内容積を増加させるためには、外周側にいく程マスクパターンの被覆面積比率を低下させる方法または外周側にいく程保護膜5のエッチング深さを増加させる方法の少なくとも一方を用いれば良い。なお本発明においては、外周にいく程凹部6の空間内容積が実質的に増加すれば良いから、最内周付近では凹部6の空間内容積をゼロ、すなわち凹凸を形成しない部分があっても良い。

【0038】保護膜5の表面にマスクパターンを形成する方法としては、マスクパターンの被覆面積比率を任意に制御しうる方法が望ましく、フォトリソグラフィ法で任意のパターンを形成する方法や、マスク剤となる適当な固体物質を粒子状または溶液状として、スプレー法等により保護膜5の表面に付着させる方法等が特に好ましい。ここで用いられるマスク剤としてはフォトレジストや、ポリエチレン等の有機樹脂、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素樹脂等が特に好ましい。

【0039】ここで用いられるエッチング方法は、保護膜5の材料に応じて選択される。保護膜5がCの場合には、酸素を含有したガス雰囲気中でのプラズマエッチング等のドライエッチング法が特に望ましい。保護膜5の最大エッチング深さは、初期に形成した保護膜5の膜厚以下にすることが望ましい。磁性膜が表面に露出した場合特性劣化が生じやすいためである。

【0040】以下本発明をより具体的な実施例に基づいて詳細に説明する。

【0041】(実施例1) 外径5.25インチのアルミニウム合金円板の表面に無電解めっき法によりNiP下地膜を15 $\mu$ m形成し、下地膜を10 $\mu$ mまで研磨して、針状計表面粗さ計で測定した平均粗さ(Ra)2nm以下、最大粗さ(Rmax)5nm以下になるように鏡面加工して基板3を作製した。この基板上にスパッタ法によりCrの中間膜8を100nm、CoCrTaの磁性膜4を50nm、Cの保護膜5を30nmの厚さにそれぞれ形成した。

【0042】保護膜5の表面に、ボジ型フォトレジストを約0.5 $\mu$ m塗布し、同心円状に光透過部を形成したフォトリソマスクを密着させて紫外線露光した後現像して、光透過部のレジストのみを除去し、保護膜5表面に同心

円状のマスクパターンを形成した。フォトマスクのパターンは、同心円状の光透過部のピッチをディスク全面で  $50\mu\text{m}$ 一定とし、光透過部の幅は最内周で  $1\mu\text{m}$ 、最外周では  $4.9\mu\text{m}$  として、その間連続的に変化した。転写された同心円状のマスクパターンのピッチは  $50\mu\text{m}$ 一定であり、マスクパターンの幅は最内周で  $4.9\mu\text{m}$ 、最外周では  $1\mu\text{m}$  であり、その間連続的に変化した。マスクパターンの被覆面積比率は最内周で  $98\%$ 、最外周で  $2\%$  である。

【0043】この円板を、ドライエッチング装置により酸素を  $10\%$  含有した  $\text{Ar}$  雰囲気中で処理し、マスクパターンのない部分の保護膜5を  $20\text{nm}$ の深さまでエッチングした後、マスクパターンを除去した。マスクパターンの存在した部分は凸部7となり、マスクパターンのない部分はエッチングにより凹部6となった。この円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約  $2\text{nm}$  塗布して磁気ディスク1を作製した。

【0044】本実施例のディスクでは、凹部6の空間内容積は最内周で約  $4000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、中周では約  $10000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$ 、最外周では約  $19600\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、外周側にいく程漸次増加していた。同一円周上での凹部6の空間内容積はほぼ一定であった。本実施例では凸部7での保護膜5の膜厚は全面で約  $30\text{nm}$  であり、凹部6での保護膜5の膜厚は全面で約  $10\text{nm}$  である。本実施例のディスクの中周付近での凹凸の配置を模式的に図4に示す。

【0045】(実施例2) 同心円状の光透過部のピッチをディスク全面で  $50\mu\text{m}$ 一定とし、光透過部の幅を  $4.9\mu\text{m}$ 一定としたフォトマスクを用い、実施例1と同様の方法で保護膜5の表面にマスクパターンを形成した。転写された同心円状のマスクパターンは、ディスク全面でピッチは  $50\mu\text{m}$ 一定であり、マスクパターンの幅は  $1\mu\text{m}$ 一定であった。マスクパターンの被覆面積比率は全面で  $2\%$  である。

【0046】この円板を、電極間に遮蔽板を介したドライエッチング装置により酸素を  $10\%$  含有した  $\text{Ar}$  雰囲気中で処理し、マスクパターンのない部分の保護膜5をエッチングした。エッチング中に円板を回転させ、かつ遮蔽板を移動させることにより、保護膜5のエッチング深さを最内周でゼロ、最外周で  $20\text{nm}$ 、その間でエッチング深さが連続的に変化するようにした。マスクパターンを除去した後、この円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約  $2\text{nm}$  塗布して磁気ディスク1を作製した。

【0047】本実施例のディスクでは、凹部6の空間内容積は最内周でゼロ（すなわち凹凸なし）であり、中周では約  $10000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$ 、最外周では約  $19600\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、外周側にいく程漸次増加していた。同一円周上での凹部6の空間内容積はほぼ一定であった。本実施例では凸部7での保護膜5の膜厚は全面

で約  $30\text{nm}$  であり、凹部6での保護膜5の膜厚は中周付近で約  $20\text{nm}$ 、最外周で約  $10\text{nm}$  である。

【0048】(実施例3) フォトマスクとして、光透過部を格子状にしたものを用い、実施例1と同様の方法で、保護膜5の表面にマスクパターンを形成した。フォトマスクのパターンは、格子状の光透過部のピッチをディスク全面で  $50\mu\text{m}$ 一定とし、最内周での光透過部の幅は  $1\mu\text{m}$ 、正方形の光非透過部の一辺の長さが  $4.9\mu\text{m}$ 、最外周での光透過部の幅は  $4.5\mu\text{m}$ 、正方形の光非透過部の一辺の長さが  $5\mu\text{m}$  として、その間連続的に変化した。マスクパターンの被覆面積比率は最内周で  $96\%$ 、最外周で  $1\%$  である。

【0049】この円板を実施例1と同様な方法で、保護膜5を  $20\text{nm}$  エッチングした。マスクパターンを除去した後、円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約  $2\text{nm}$  塗布して磁気ディスク1を作製した。

【0050】本実施例のディスクでは、凹部6の空間内容積は最内周で約  $8000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、中周では約  $10000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$ 、最外周では約  $19800\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、外周側にいく程漸次増加していた。同一円周上での凹部6の空間内容積はほぼ一定であった。本実施例では凸部7での保護膜5の膜厚は全面で約  $30\text{nm}$  であり、凹部6での保護膜5の膜厚は全面で約  $10\text{nm}$  である。本実施例のディスクの中周付近での凹凸の配置を模式的に図5に示す。

【0051】(実施例4) 実施例1と同様に、基板3上にCrの中間膜8を  $100\text{nm}$ 、 $\text{CoCrTa}$  の磁性膜4を  $50\text{nm}$ 、Cの保護膜5を  $30\text{nm}$  の厚さにそれぞれ形成した。

【0052】本実施例では保護膜5の表面に形成されるマスクパターンとして、固体粒子を分散付着させたものを用いた。平均粒径  $5\mu\text{m}$  のポリテラフルオロエチレン粒子をフッ素系溶剤に  $1$  重量％で分散させた分散液を調整し、スプレー塗布法により保護膜5の表面にポリテラフルオロエチレン粒子を分散付着させた。円板を回転させながらスプレーノズルを移動させることにより、半径位置によって粒子の被覆面積比率を変化させた。粒子の被覆面積比率は最内周で約  $9.5\%$ 、最外周で約  $2\%$  であり、その間連続的に変化した。

【0053】この円板を実施例1と同様な方法で、保護膜5を  $20\text{nm}$  エッチングした。マスクパターンである粒子を除去した後、円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約  $2\text{nm}$  塗布して磁気ディスク1を作製した。

【0054】本実施例のディスクでは、凹部6の空間内容積は最内周で約  $4000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、中周では約  $10000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$ 、最外周では約  $19000\mu\text{m}^3/\text{mm}^2$  であり、外周側にいく程漸次増加していた。同一円周上での凹部6の空間内容積はほぼ一定であっ

た。本実施例では凸部7での保護膜5の膜厚は全面で約30nmであり、凹部6での保護膜5の膜厚は全面で約10nmである。本実施例のディスクの中間付近での凹凸の配置を模式的に図6に示す。

【0055】（比較例1）実施例1と同様に、基板3上にCrの中間膜8を100nm、CoCrTaの磁性膜4を50nm、Cの保護膜5を30nmの厚さにそれぞれ形成した。

【0056】本比較例では保護膜5の表面に凹凸を形成せず、そのまま円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約2nm塗布して磁気ディスク1を製作した。本比較例のディスク1では表面に実質的に凹凸はなく、保護膜5の膜厚は全面で30nmである。

【0057】（比較例2）同心円状の光透過部のピッチをディスク全面で50μm一定とし、光透過部の幅を25μm一定としたフォトマスクを用い、実施例1と同様の方法で保護膜5の表面にマスクパターンを形成した。転写された同心円状のマスクパターンは、ディスク全面でピッチは50μm一定であり、マスクパターンの幅は25μm一定であった。マスクパターンの被覆面積比率は全面で50%である。

【0058】この円板を実施例1と同様の方法で、保護膜5を20nmエッチングした。マスクパターンを除去した後、円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約2nm塗布して磁気ディスク1を製作した。

【0059】本実施例のディスクでは、凹部6の空間内容積はディスク全面で約10000μm<sup>3</sup>/mm<sup>2</sup>一定である。本比較例では凸部7での保護膜5の膜厚は全面で約30nmであり、凹部6での保護膜5の膜厚は全面で約10nmである。本比較例のディスク1での凹凸の配置を模式的に図4に示す。

【0060】（比較例3）実施例1と同様に、基板3上にCrの中間膜8を100nm、CoCrTaの磁性膜4を50nm、Cの保護膜5を30nmの厚さにそれぞれ形成した。

【0061】本比較例では保護膜5の表面にマスクパターンを形成せず、実施例2と同様の遮版装置を用いたエッチング装置により、保護膜5のエッチング深さを最内周でゼロ、最外周で20nm、その間でエッチング深さが連続的に変化するようエッチングした。この円板上に潤滑膜9としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約2nm塗布して磁気ディスク1を製作した。本比較例のディスク1では表面に実質的に凹凸はなく、保護膜5の膜厚は最内周で約30nm、最外周で約10nmであり、外周側に行く程漸次減少していた。

【0062】ここで実施例2のディスク1を用いて、ディスク1の回転時の線速度一定の場合について、凹部6の空間内容積とスペーシングとの関係を測定した。こ

でスペーシングは以下の方法により求めた。

【0063】磁気抵抗効果を利用した再生素子と、誘導型記録素子を組合せた記録再生素子分離型ヘッド2について、平坦なガラス円板を用いて回転時の線速度と浮上量との関係を光干渉法により実測した。次にこのヘッド2と実施例2のディスク1を用いて図10と同様の磁気ディスク装置を構成し、ディスク1のいくつかの半径位置において回転の線速度及びディスク1面での磁化反転密度が一定となるようにして記録再生試験を行い、各半径位置での再生出力を測定した。外周側に行く程、すなわち保護膜5表面の凹部6の空間内容積が増加する程再生出力は増大した。実施例2のディスク1は最内周では表面に凹凸がないため、ここでのスペーシングは同じ線速度でガラス円板を用いて測定した浮上量と、保護膜5及び潤滑膜9の膜厚の総和として計算した。ディスク1の半径位置を変え、保護膜5の表面の凹凸形状が変化したときの再生出力の変化を、スペーシングの変化のみに起因すると仮定し、最内周でのスペーシングを基準に、各半径位置でのスペーシングを計算した。

【0064】図7に保護膜5の表面の凹部6の空間内容積と、計算したスペーシングとの関係を示す。この結果より、ヘッド2や回転時の線速度が同一の場合でも、ディスク1の表面に形成した凹部6の空間内容積を変化させることによってスペーシングを制御できることがわかる。

【0065】次に、各実施例及び比較例のディスク1について、前記と同様のヘッド2を用いて図10と同様の磁気ディスク装置を構成し、ディスク1を一定回転数で回転させたときの、ディスク1の半径位置によるスペーシングの変化を測定した。ここでスペーシングは以下の方法により求めた。

【0066】前記と同様に、ガラス円板を用いて一定回転数で円板を回転させたときの、各半径位置での供試ヘッド2の浮上量を実測した。表面に凹凸のない比較例1のディスク1について、一定回転数でディスク1面での磁化反転密度一定の条件で記録再生試験を行い、各半径位置での再生出力を測定した。各半径位置でのスペーシングは同じ半径位置でガラス円板を用いて測定した浮上量と、保護膜5及び潤滑膜9の膜厚の総和として計算した。次に他の実施例及び比較例のディスク1について、同じ条件で再生出力を測定した。各々のディスク1について、比較例1のディスク1との再生出力の差を、スペーシングの変化のみに起因すると仮定し、比較例1でのスペーシングを基準に、各半径位置でのスペーシングを計算した。図8に実施例及び比較例のディスク1について、半径位置とスペーシングとの関係を示す。

【0067】表面に凹凸のない比較例1では、外周側に行く程スペーシングが顕著に増大している。ディスク面内で凹部6の空間内容積を一定とした比較例2では、比較例1に比べてスペーシングの絶対値が減少しているも



の、外周側にいく程スペーシングが増大することに変わりはない。一方外周側にいく程凹部6の空間内容積を増加させた全実施例及び外周側にいく程保護膜厚を減少させた比較例3では、各々の半径位置によるスペーシング変化はほぼ同一であり、外周でのスペーシング増加が顕著に抑えられていることがわかる。

【0068】これらの実施例及び比較例の磁気ディスク装置について、ディスク1の最内周及び最外周におい

て、記録密度を変化させて記録再生試験を行い、実用に供しうるディスク1面での最大磁化反転密度を測定した。さらに同じ磁気ディスク装置について、ディスク1の最内周及び最外周において、CSS試験により信頼性と耐久性を評価した。測定結果を表1に示す。

【0069】

【表1】

表 1

ディスク	位置	最大磁化反転密度 (kFCI)	CSS試験(30000回後)	
			表面観察結果	摩擦力( $\mu$ )
実施例1	最内周	75	傷なし	12
	最外周	71	傷なし	5
実施例2	最内周	76	傷なし	15
	最外周	70	傷なし	4
実施例3	最内周	75	傷なし	11
	最外周	70	傷なし	5
実施例4	最内周	74	傷なし	13
	最外周	71	傷なし	4
比較例1	最内周	75	傷なし	21
	最外周	42	傷なし	17
比較例2	最内周	82	クラッシュ	-
	最外周	55	傷なし	11
比較例3	最内周	74	傷なし	22
	最外周	70	クラッシュ	-

【0070】外周側でスペーシングが大きく増加する比較例1では、外周側での最大磁化反転密度の低下が大きく、記録再生特性上不利となる。比較例1に比べてスペーシングの絶対値が減少している比較例2では、内周側での最大磁化反転密度は増加しているが、やはり外周側で最大磁化反転密度が低下している。さらに比較例2では、CSS試験後に内周側でクラッシュが発生しており、耐久性に乏しかった。比較例2では、内周側でスペーシングが低下しすぎて振動信頼性が損なわれたものと考えられる。

【0071】外周側でのスペーシング増加が小さかった全実施例及び比較例3では外周側での最大磁化反転密度の低下が小さいため、1トラックあたりの記録密度を外周側で高く設定することができ、装置全体としての高記録密度化に適することがわかる。しかし比較例3ではCSS試験後に外周側でクラッシュが発生しており、耐久性に乏しかった。比較例3では、外周側で保護膜の膜厚が小さいため、振動信頼性が損なわれたものと考えられる。これに対し本実施例の磁気ディスク装置では、CSS試験後も傷の発生は見られず、信頼性にも優れている。本実施例では、ヘッドと接触するディスク表面の凸

部における保護膜の膜厚は内周及び外周で一定であるため、振動信頼性を確保することができる。

【0072】ところで、本発明の実施例において、CSS試験後の摩擦力は最外周において明らかに低くなっている。これは最外周においては、凹部の空間内容積が大きいため、ヘッドとディスクとの貼付き現象が生じにくいためと考えられる。このため本実施例をCSS方式の磁気ディスク装置に用いた場合、最外周付近をCSS領域とすれば、ヘッドとディスクとの貼付き現象を防止することができ、より信頼性に優れた磁気ディスク装置を得ることができる。

【0073】なお、磁気ディスクの表面に凹凸を設ける技術は、先に述べた特開平1-260630号公報以外に、特開昭57-167135号、同60-40530号、同60-231919号、特開平1-224922号、同2-31323号、同2-208826号公報等に開示されているが、そのいずれも、磁気ディスク回転時の線速度上昇による磁気ヘッド浮上量の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との、ディスク外周での間隔の増加幅を小さくする技術、すなわち記録再生特性上極めて重要なヘッドの浮上量変

動及びこれに伴うスペーシング変化の点では認識していない。

【0074】

【発明の効果】本発明によれば、磁気ディスク回転時の線速度上昇による磁気ヘッド浮上量の増加幅に対して、前記磁気ヘッドと前記磁気ディスクの磁性膜表面との、ディスク外周での間隔の増加幅を小さくする手段を備えたことにより、外周側でのスペーシング上昇を抑えることができる。これにより信頼性を確保しつつ、外周側で著しい記録密度の向上が可能であり、高記録密度化に適した磁気ディスク装置及びそれに用いられる磁気ディスクを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による表面に凹凸を有する磁気ディスクを用いた磁気ディスク装置での、浮上量とスペーシングとの関係を示す模式図である。

【図2】本発明の一実施例による表面に凹凸を有する磁気ディスクを用いた磁気ディスク装置での、浮上量とスペーシングとの関係を示す模式図である。

【図3】本発明の一実施例による表面が平坦な磁気ディスクを用いた磁気ディスク装置での、浮上量とスペーシ

ングとの関係を示す模式図である。

【図4】本発明の一実施例による磁気ディスクでの表面凹凸の配置を示す模式図である。

【図5】本発明の一実施例による磁気ディスクでの表面凹凸の配置を示す模式図である。

【図6】本発明の一実施例による磁気ディスクでの表面凹凸の配置を示す模式図である。

【図7】本発明の一実施例による表面に凹凸を有する磁気ディスクでの、凹部の空間内容積とスペーシングとの関係を示す測定図である。

【図8】本発明の実施例による磁気ディスクの、半径位置とスペーシングとの関係を示す測定図である。

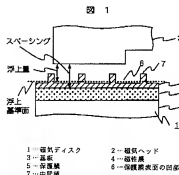
【図9】本発明の一実施例による磁気ディスクの断面形状を示す模式図である。

【図10】本発明の一実施例による磁気ディスク装置の構成を示す概略図である。

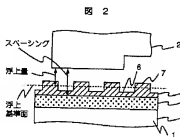
【符号の説明】

1…磁気ディスク、2…磁気ヘッド、3…基板、4…磁性膜、5…保護膜、6…保護膜表面の凹部、7…保護膜表面の凸部、8…中間膜、9…潤滑膜、10…磁気ヘッドの移動機構、11…スピンドルモータ。

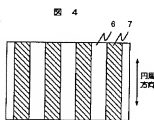
【図1】



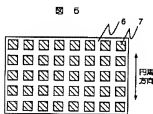
【図2】



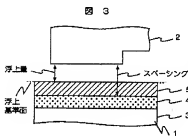
【図4】



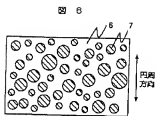
【図5】



【図3】



【図 6】



【図 9】

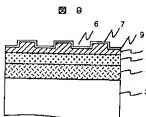
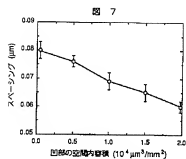


図 9

【図 7】



【図 10】

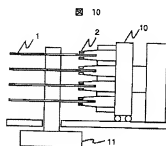


図 10

【図 8】

